

⑧ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ Gebrauchsmuster
⑩ DE 298 18 370 U 1

⑤ Int. Cl.⁶:
G 01 R 15/20
G 01 R 19/00
H 01 P 3/08

② Aktenzeichen: 298 18 370.6
⑥ Anmeldetag: 12. 1. 98
aus Patentanmeldung: 198 00 806.6
⑦ Eintragungstag: 21. 1. 99
④ Bekanntmachung
im Patentblatt: 4. 3. 99

⑧ Inhaber:
Siemens AG, 80333 München, DE

⑤ Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere einem Streifenleiter fließenden Stroms, sowie
Streifenleiter hierfür

DE 298 18 370 U 1

DE 298 18 370 U 1

14.10.98

1

Beschreibung

Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere einem Streifenleiter fließenden Stroms, sowie Streifenleiter
5 hierfür

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere einem Streifenleiter fließenden Stroms, umfassend ein dem Leiter zugeordnetes Sensorelement,
10 welches das in Abhängigkeit des Stromflusses erzeugte Magnetfeld in der Umgeben des Leiters mißt.

Derartige Einrichtungen kommen bekanntermaßen in elektronischen Bauelementen zum Einsatz, beispielsweise in Relais, und
15 dienen dort zur Messung des fließenden Stromes. Zumeist kommen, insbesondere bei Relais, streifenförmige Leiter zum Einsatz. Die Messung erfolgt derart, daß das Sensorelement nahe der Oberfläche des Streifenleiters angeordnet wird. Vom Streifenleiter wird bei Stromfluß ein Magnetfeld erzeugt,
20 welches mittels des Sensorelements meßbar ist. Näherungsweise ergibt sich die Magnetfeldstärke H eines flachen Streifenleiters dicht an dessen Oberseite wie folgt:

$$H \approx I/(2B) = \sigma/2 \text{ [A/m]} \text{ mit}$$

25

H = Magnetfeldstärke

I = Strom

B = Breite des Streifenleiters

σ = Flächenstromdichte

30

Bei begrenzter Leiterstärke ist die Flächenstromdichte durch die widerstandsbedingte Erwärmung und eingeschränkte Wärmeabfuhr begrenzt. Folglich sind auch der erreichbaren Magnetfeldstärke Grenzen gesetzt. Dies spielt vor allem bei kleinen zu vermessenden Stromstärken eine Rolle, da hier im allgemei-

nen die Leiterstärken sehr klein sind, und folglich auch die Flächenstromdichte gering ist. Infolgedessen sind in vielen Fällen Maßnahmen zur Erhöhung der Feldstärke bei vorgegebenem Strom erforderlich. Hierzu wird vielfach eine Flußführung eingesetzt. Zum Zweck der Feldverstärkung ist der Leiter von einem Flußführungselement umgeben, welches einen Luftspalt aufweist. Der Sensor mißt das im Luftspalt gegebene Feld, welches bedingt durch die Flußführung verstärkt ist. Jedoch sind auch hier Grenzen gegeben. Unter der Annahme eines relativ langen Flußkreises und großer magnetischer Suszeptibilität (> 1000) des Flußführungselements ergibt sich die Magnetfeldstärke im Luftspalt näherungsweise zu:

$$H \approx I/L_1 \text{ [A/m]}, \text{ mit}$$

15

H_1 = Magnetfeldstärke im Luftspalt

I = Strom

L_1 = Länge des Luftspalts

20 Ein Vergleich der obigen Näherungsformeln zeigt, daß eine Feldverstärkung mit dem Flußkreis nur dann vorteilhaft realisierbar ist, wenn die Breite B des Streifenleiters deutlich kleiner als die Spaltbreite L_1 ist. Die kleinstmögliche Spaltbreite ist aber von den Sensorabmessungen bestimmt. Für 25 in einem Gehäuse gekapselte Sensorelemente beträgt sie typischerweise ca. 3 mm. Neben diesen Einschränkungen ist die Flußführung infolge ihrer Komplexität teuer, was sich letztlich nachteilig auf die Kosten des jeweiligen Bauelements auswirkt.

30

Der Erfindung liegt damit das Problem zugrunde, eine einfache Einrichtung anzugeben, mittels welcher auch die Messung sehr kleiner Ströme und damit sehr kleiner Magnetfeldstärken an Leitern, insbesondere an Streifenleitern möglich ist.

35

14.10.98

Zur Lösung dieses Problems ist bei einer Einrichtung der ein-
gangs genannten Art erfindungsgemäß vorgesehen, daß der Leiter
in Form einer wenigstens eine Windung aufweisenden Spule
ausgebildet ist, in deren Inneren die Sensoreinrichtung ange-
5 ordnet ist.

Die erfindungsgemäße Einrichtung macht sich vorteilhaft die
Eigenschaften einer Spule im Hinblick auf die Ausbildung ih-
res Magnetfelds zunutze. Der Leiter weist die Form einer Spu-
le auf, besitzt also wenigstens eine Windung, wobei der Sen-
10 sor im Inneren, also im Spulenzentrum angeordnet ist und das
dort erzeugte Magnetfeld mißt. Dieses ist um so größer, je
mehr Windungen vorgesehen sind. Jedoch ergibt sich bereits
bei Ausbildung lediglich einer Windung eine beachtliche Feld-
15 verstärkung. Die Magnetfeldstärke kann hier näherungsweise
angegeben werden zu:

$$H_s \approx (n \cdot 2 \cdot \sigma) / 2 \text{ [A/m] mit}$$

20 H_s = Magnetfeldstärke im Inneren der Spule,
n = Windungszahl
σ = Flächenstromdichte.

Das Feld nimmt also mit wachsender Windungszahl zu, so daß
25 mit besonderem Vorteil eine Anpassung an die tatsächlich ge-
gebenen Verhältnisse derart möglich ist, daß bei extrem ge-
ringen Strömen eine Einrichtung mit mehreren Windungen ver-
wendet wird, wohingegen bei etwas größeren zu messenden Strö-
men entsprechend niedrigere Windungszahlen ausreichen. Ein
30 weiterer beachtlicher Vorteil der erfindungsgemäßen Einrich-
tung liegt des weiteren darin, daß relativ schlecht leitende
Leiter, insbesondere Streifenleiter wie beispielsweise Fe-
Bleche oder Si-Fe-Bleche ohne weiteres verwendet werden kön-
nen. Bei diesen Leitern besteht das Problem, daß zur Feldver-
35 stärkung der Strom nicht beliebig erhöht werden kann, da an-

14.10.98

sonsten die sich aus der Erwärmung ergebenden Nachteile auf-treten und die meßbare Magnetfeldstärke sehr klein ist. Die erfindungsgemäß Ausbildung des Leiters in Form einer Spule ermöglicht aber eine hinreichende Feldverstärkung, weshalb 5 auch derartige Leitertypen verwendet werden können.

Als besonders zweckmäßig hat es sich erwiesen, wenn die eine oder mehreren Windungen im wesentlichen in einer Ebene senk-recht zur Spulenachse verlaufen, da es sich bei einer derar-10 tigen Windungsanordnung die Felderzeugung noch weiter verbes-sern läßt. Die Windungen selbst sollten erfindungsgemäß einen möglichst geringen und im wesentlichen konstanten Abstand zu-einander aufweisen. Dabei können die Windungen derart ange-ordnet sein, daß die Spule - gesehen in Richtung der Spu-15 lenachse - einen im wesentlichen mehreckigen, insbesondere viereckigen oder einen runden Querschnitt aufweist, wobei je-weils das Sensorelement im Spuleninneren vorgesehen ist.

Um den Einfluß etwaiger externer Störfelder, wie sie z.B. von 20 der Schaltspule eines Relais erzeugt werden können, zu unter-binden, welcher sich nachteilig auf die Messung auswirken kann, sieht eine besonders zweckmäßige Weiterbildung des Er-findungsgedankens vor, daß der Leiter zur Bildung eines Gra-diometers derart geführt ist, daß mindestens zwei miteinander 25 verbundene Spulen gebildet sind, in deren Inneren jeweils ein Sensorelement angeordnet ist. Bei dieser erfindungsgemäß Ausbildung sind also zwei parallele Spulen vorgesehen, die miteinander verbunden sind und jeweils in unterschiedliche Richtungen weisende Felder ausbilden. Etwaige Störfelder, so-30 weit sie homogen sind, haben bei dieser Ausführungsform kei-nen beachtlichen Einfluß auf die Messung. Die Spulen können erfindungsgemäß nebeneinander- oder übereinanderliegend ange-ordnet sein. Dabei können in mindestens zwei Spulen Sensore-lemente vorgesehen sein, die bei homogenem Meßfeld in ihrem

14.10.98

Vorzeichen unterschiedliche Signale oder Signalbeiträge liefern.

Aus herstellungs- und fertigungstechnischer Sicht hat es sich
5 als besonders vorteilhaft erwiesen, wenn erfindungsgemäß der Leiter derart geführt ist, daß an wenigstens einem Ende der Spule oder der miteinander verbundenen Spulen, eine von dieser wegführende Stromzuführleitung ausgebildet ist, wobei die oder beide Stromzuführleitungen zweckmäßigigerweise unter einem
10 Winkel, insbesondere senkrecht zur Ebene der Spulenebene verlaufen. Denn vor allem bei Streifenleitern, die infolge ihrer Form insoweit nicht ohne weiteres aus der Spulenebene zu Kontaktzwecken herausgeführt werden können, ist es vorteilhaft, wenn direkt ein entsprechender Stromzuführleitungsabschnitt
15 vorgesehen ist, wobei dieser auf jeden Fall am inneren Abschnitt der Spule angeordnet sein sollte. Am zweckmäßigsten ist es jedoch, wenn an beiden Enden entsprechende Abschnitte vorgesehen sind. Der Leiter selbst kann erfindungsgemäß ein vorzugsweise einstückiger Leiter sein, wobei die Einrichtung
20 selbstverständlich auch aus normalen Drahtleitern gebildet sein kann, da sich auch bei diesen die Feldverstärkung erreichen läßt.

Sofern die erfindungsgemäße Einrichtung nicht in Form eines
25 Gradiometers ausgebildet ist, kann zur Unterbindung etwaiger Störfeldeinflüsse eine Abschirmeinrichtung für das oder die Sensorelemente vorgesehen sein. Diese Abschirmeinrichtung sollte die Spule(n) zumindest im Bereich des oder der Sensorelemente umgeben. Die Tatsache, daß bei der erfindungsgemäßigen Einrichtung das Sensorelement im Inneren der Spule angeordnet ist, läßt diese einfache Abschirmmöglichkeit zu. Die Spule läßt sich so anordnen, daß es möglich wird, die Spule, einschließlich die Sensorelemente, von einer einzelnen Abschirmung weitgehend zu umfassen, die nachträglich angebracht
30 wird. Die Abschirmeinrichtung selbst kann erfindungsgemäß ei-
35

ne vorzugsweise lediglich an einer Seite offene Aufnahme aus weichmagnetischem Material, beispielsweise Ni-Fe-Legierung, Perminvar oder aus μ -Metall sein. Die Aufnahme kann dabei einfachst über die Spule samt Sensor geschoben werden, wo-
5 durch die gesamte Montage beträchtlich vereinfacht wird. Die Ausbildung als lediglich an einer Seite offene Aufnahme be-
sitzt ferner den Vorteil, daß eine effizientere Abschirmung als bei mehrseitig offener Struktur erreichbar ist. Für eine besonders wirkungsvolle Abschirmung hat es sich als zweckmä-
10 ßig herausgestellt, wenn die Spule(n) derart ausgebildet und gegebenenfalls bezüglich einander angeordnet, und die Strom-
zuführleitungen derart angeordnet und geführt sind, daß die Spule(n) derart tief in der Abschirmeinrichtung aufgenommen
ist oder sind, daß der Abstand des oder der im Inneren der
15 Abschirmeinrichtung aufgenommenen Sensorelemente zur Öffnung
der Abschirmeinrichtung größer als der Abstand der Stromzu-
führleitungen in der Öffnung der Abschirmeinrichtung ist.

Neben der Einrichtung selbst betrifft die Erfindung ferner
20 einen Streifenleiter für eine oben beschriebene erfindungsge-
mäße Einrichtung. Wie bereits beschrieben sollte dieser zu-
mindest einen Stromzuführleitungsabschnitt aufweisen. Dabei
ist darauf zu achten, daß der Streifenleiter äußerst einfach
und effizient in hohen Stückzahlen und unter optimaler Aus-
25 nutzung der Größe des Blechs, aus welchen die Streifenleiter
zweckmäßigerweise herausgestanzt werden, ohne allzuviel Ver-
schnitt erfolgen kann. Zur Lösung ist dabei bei einem Strei-
fenleiter vorgesehen, daß er einen länglichen, geradlinigen
Spulenabschnitt zur Bildung einer Spule aufweist, an dessen
30 einem Ende einstückig und in einem Winkel zur Längsachse des
Spulenabschnitts ein Abschnitt zur Bildung eines Stromzuführ-
leiters vorgesehen ist. Der Streifenleiter dieser Ausfüh-
rungsform weist also im wesentlichen eine L-Form auf. Der ei-
ne Stromzuführleiter wird mittels des gewinkelt angeordneten
35 Spulenabschnitts gebildet, den anderen Stromzuführleiter

14.10.98

stellt das andere Ende des geradlinigen Spulenabschnitts bei dieser einfachsten Ausgestaltung dar. Jedoch kann auch an diesem Ende einstückig und in einem Winkel ein weiterer Abschnitt zur Bildung des zweiten Stromzuführleiters vorgesehen sein. Ersichtlich weist der Streifenleiter dieser Ausführungsformen eine Form auf, die es ermöglicht, die aus einem Blech herauszustanzenden Streifenleiter extrem eng nebeneinander zu ordnen, und so die Blechdimension optimal ausnutzen zu können.

10

Alternativ hierzu ist ein zur Ausbildung eines Gradiometers geeigneter Streifenleiter erfundungsgemäß dadurch gekennzeichnet, daß er einen ersten und einen zweiten Spulenabschnitt zur Bildung zweier nebeneinanderliegender Spulen aufweist, wobei beide Spulenabschnitte im wesentlichen parallel zueinander verlaufen und mittels eines Verbindungsabschnitts an einem ihrer Enden miteinander einstückig verbunden sind. Dieser Streifenleiter weist in seiner einfachsten Ausgestaltung eine im wesentlichen U-förmige Gestalt auf, die die Bildung eines Gradiometers zuläßt. Wenngleich hier die Stromzuführleitungen von den Enden der Spulenabschnitte selbst gebildet sind, kann am freien Ende des ersten und/oder des zweiten Spulenabschnitts einstückig und in einem Winkel zur Längsachse des ersten und/oder zweiten Spulenabschnitts ein Abschnitt zur Bildung eines Stromzuführleiters vorgesehen sein.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus dem im folgenden beschriebenen Ausführungsbeispiel sowie anhand der Zeichnungen. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine perspektivische Prinzipskizze einer erfundungsgemäßen Einrichtung mit einer Spule,

35 Fig. 2 eine Darstellung des Prinzips der Spulenanordnung,

14.10.98

- Fig. 3 eine Aufsicht auf einen abgewickelten Streifenleiter einer ersten Ausführungsform,
- 5 Fig. 4 eine Aufsicht auf einen abgewickelten Streifenleiter einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 5 eine erfindungsgemäße Einrichtung in Form einer Gradiometeranordnung,
- 10 Fig. 6 eine Darstellung des Prinzips der Spulenanordnung bei einem Gradiometer,
- Fig. 7 eine Darstellung eines abgewickelten Streifenleiters einer dritten Ausführungsform,
- 15 Fig. 8 eine Darstellung einer Abwicklung eines Streifenleiters einer vierten Ausführungsform,
- 20 Fig. 9 eine erfindungsgemäße Einrichtung in Form eines Gradiometers nach einer zweiten Ausführungsform,
- Fig. 10 eine Darstellung des abgewickelten Streifenleiters der Einrichtung nach Fig. 9 und
- 25 Fig. 11 eine Prinzipskizze einer erfindungsgemäßen Einrichtung mit einer Spule mit zugeordneter Abschirmeinrichtung.
- Fig. 1 zeigt eine erfindungsgemäße Einrichtung 1, bestehend aus einem Streifenleiter 2 und einem Sensorelement 3. Der Streifenleiter 2 ist zur Bildung einer Spule, die im gezeigten Ausführungsbeispiel querschnittlich im wesentlichen rechteckig ist, mehrfach unter Bildung mehrerer Windungen 4 gefaltet. Im Inneren der Spule ist das Sensorelement 3 angeordnet. Dieses dient zum Messen der im Inneren der Spule ge-

14.10.98

gegebenen Magnetfeldstärke bei Stromfluß durch den Streifenleiter 2. Bedingt durch die Ausbildung des Streifenleiters 2 in Form der Spule läßt sich das Magnetfeld im Spuleninneren deutlich gegenüber dem Magnetfeld, welches von einem nicht gefalteten Streifenleiter erzeugt wird, erhöhen. Wie Fig. 1 und insbesondere Fig. 2, in der das Prinzip der Spulenanordnung dargestellt ist, zeigen, liegen sämtliche Windungen 4 im Spulenbereich annähernd senkrecht zur Spulenebene 5. Diese übereinandergeordnete Ausgestaltung ist für die Feldausbildung bei Stromfluß (vergleiche die eingezzeichneten Flußpfeile in Fig. 2) von Vorteil.

Wie Fig. 1 ferner zeigt, sind am Streifenleiter 2 zwei Stromzuführleitungen 6 vorgesehen. Die vom inneren Ende der Spule abgehende Stromzuführleitung 6 verläuft dabei im wesentlichen in Richtung der Spulenachse A und wird von einem entsprechenden Abschnitt des einstückigen Streifenleiters 2 gebildet. Der Stromzuführleiter am äußeren Spulenende wird vom freien Ende des den Spulenkörper bildenden Streifenabschnitts gebildet, ein entsprechend unter einem Winkel abgehender Abschnitt ist bei dieser Ausführungsform nicht vorgesehen.

Fig. 3 zeigt eine Aufsicht auf einen abgewickelten Streifenleiter 2, wie er sich zur Bildung der Einrichtung 1 eignet. Dieser besteht aus einem länglichen, geradlinigen Spulenabschnitt 7 und einem davon im gezeigten Beispiel rechtwinklig abstehenden Abschnitt 8, welcher den Stromzuführleiter 6 bildet. Ersichtlich ist es infolge der im wesentlichen L-förmigen Ausgestaltung des Streifenleiters 2 möglich, bei der Herstellung auf einem Blech die einzelnen Stromleiter extrem eng nebeneinander zu ordnen und so die Blechgröße optimiert ausnutzen zu können.

Eine weitere Ausführungsform eines Streifenleiters, mittels welchem eine erfindungsgemäße Einrichtung hergestellt werden

14.10.98

10

kann, zeigt Fig. 4. Dieser entspricht im wesentlichen dem aus Fig. 3 bekannten Streifenleiter, jedoch weist der Streifenleiter 9 gemäß Fig. 4 an beiden Enden des Spulenabschnitts 10 zwei weitere Abschnitte 11 zur Bildung entsprechender Stromzuführleitungen auf. Diese Ausführungsform ermöglicht es, auch am äußeren Ende der Spule einen davon unter einem Winkel abgehenden Stromzuführleiter anzuordnen. Dies kann aus kontaktierungstechnischer Sicht von Vorteil sein. Wie auch Fig. 4 ergibt, können die Streifenleiter dieser Ausführungsform 10 auf dem Blech im Rahmen der Herstellung sehr nahe aneinandergeordnet werden.

Fig. 5 zeigt eine Ausführungsform der erfindungsgemäßen Einrichtung in Form eines Gradiometers. Die gezeigte erfindungsgemäße Einrichtung 12 besteht hier aus zwei Spulen 13, welche mittels eines Verbindungsstückes 14 miteinander verbunden sind. Im Inneren jeder Spule ist jeweils ein Sensorelement 15 angeordnet, wobei Fig. 5 lediglich ein Sensorelement zeigt, die Anordnung ergibt sich aber aus Fig. 6. In Fig. 6 ist in 20 übersichtlicher Form einerseits der Stromfluß durch die beiden Spulen dargestellt, wie auch die Anordnung der einzelnen Windungen 16 der beiden Spulen in im wesentlichen senkrecht zur Spulenachse A verlaufender Lage. Aus der Richtung des Stromflusses durch die beiden Spulen gemäß Fig. 6 ergibt 25 sich, daß einander entgegengesetzt gerichtete Magnetfelder ausgebildet werden. Diese Gradiometeranordnung ist damit relativ unanfällig gegen externe Störfelder, wie sie beispielsweise von der Schaltspule eines Relais oder dergleichen erzeugt werden können. Die beiden Signale der Sensorelemente 30 werden zweckmäßig derart einander überlagert, daß sie sich für homogene äußere Felder aufheben.

Schließlich zeigt Fig. 7 eine erste Ausführungsform eines weiteren Streifenleiters 17, welcher zur Bildung der in Fig. 35 5 gezeigten Einrichtung 12 verwendet werden kann. Dieser

14.10.98

11

Streifenleiter 17 weist zwei Spulenabschnitte 18 auf, die parallel zueinander verlaufen. An einem Ende sind beide Spulenabschnitte 18 mittels des Verbindungsabschnitts 14 gekoppelt. Auch diese Ausbildung des Streifenleiters lässt eine hohe Integrationsdichte im Herstellungsblech zu.

Eine weitere Ausführungsform eines verwendbaren Streifenleiters zeigt Fig. 8. Der dort gezeigte Streifenleiter 19 besteht ebenfalls aus zwei Spulenabschnitten 20, die mittels eines Verbindungsabschnittes 21 miteinander gekoppelt sind. An den freien Enden der Spulenabschnitte 19 sind aber zwei weitere Abschnitte 22 im wesentlichen rechtwinklig davon abgehend vorgesehen, welche zur Bildung entsprechender Stromzuführleitungen, die bei rechtwinkliger Anordnung in Richtung der Spulenachse von den jeweiligen Spulen abgehen, dienen.

Die Fig. 9 und 10 zeigen eine Einrichtung 23 mit zwei übereinanderliegenden Spulen 24, und einen Streifenleiter 25 zur Bildung dieser Einrichtung 23. Der prinzipielle Aufbau der Einrichtung 23 entspricht dem der Einrichtung 12 gemäß Fig. 5, lediglich liegen hier die Spulen 24 übereinander. Der Streifenleiter 25 besteht aus zwei Spulenabschnitten 26, die mittels des Verbindungsabschnitts 14 miteinander verbunden sind. Die Spulenabschnitte laufen hier zwar parallel aber versetzt zueinander. An den Enden können, wenngleich nicht gezeigt, unter einem Winkel abgehende Stromzuführleitungen angeformt sein.

Schließlich zeigt Fig. 11 die Anordnung einer Abschirmeinrichtung 27 um eine lediglich eine Spule aufweisende erfindungsgemäße Meßeinrichtung. Mittels dieser Abschirmseinrichtung 27 sind externe Störfelder hinreichend abschirmbar. Die Abschirmseinrichtung 27 ist in Form einer an einem Ende offenen Aufnahme 28 aus weichmagnetischem Material, beispielsweise einer Ni-Fe-Legierung, Perminvar oder μ -Metall ausgeführt.

14.10.98

12

- Mit dem offenen Ende 29 kann die Aufnahme 28 in einfacher Weise über die Spulenanordnung der erfindungsgemäßen Einrichtung geschoben werden. Die Spulenanordnung selbst ist hier etwas länglich ausgeführt, wobei die Sensoreinrichtung 30
- 5 derart im Spuleninneren angeordnet ist, daß sie vollständig von der Aufnahme 28 umgeben ist.

14.10.98

Schutzansprüche

1. Einrichtung zur Messung des in einem Leiter, insbesondere
einem Streifenleiter fließenden Stroms, umfassend ein dem
Leiter zugeordnetes Sensorelement, welches das in Abhängig-
keit des Stromflusses erzeugte Magnetfeld in der Umgebung des
Leiters mißt, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiter (2) in Form einer wenigstens eine Windung (4)
aufweisenden Spule ausgebildet ist, in deren Inneren die Sen-
soreinrichtung (3) angeordnet ist.

10
2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch ge-
kennzeichnet, daß die eine oder mehreren Windun-
gen (4) im wesentlichen in einer Ebene senkrecht zur Spu-
lenachse (A) verlaufen.

15
3. Einrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, daß die Windungen (4) einen im
wesentlichen konstanten Abstand zueinander aufweisen.

20
4. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß die Spule
- gesehen in Richtung der Spulenachse - einen im wesentlichen
mehreckigen, insbesondere viereckigen oder einen runden Quer-
schnitt aufweist.

25
5. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet, daß der Leiter
zur Bildung eines Gradiometers derart geführt ist, daß minde-
30 stens zwei miteinander verbundene Spulen (13, 24) gebildet
sind, in deren Innern jeweils ein Sensorelement (15) angeord-
net ist.

14.10.93

14

6. Einrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Spulen nebeneinander oder übereinander angeordnet sind.
- 5 7. Einrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß in mindestens zwei Spulen Sensorelemente (15) vorgesehen sind, die in ihrem Vorzeichen unterschiedliche Signale oder Signalbeiträge liefern.
- 10 8. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiter derart geführt ist, daß an wenigstens einem Ende der Spule oder der miteinander verbundenen mehreren Spulen eine von dieser oder diesen wegführende Stromzuführleitung (6) ausgebildet ist.
- 15 9. Einrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die oder beide Stromzuführleitungen unter einem Winkel, insbesondere senkrecht zur Ebene der Spule verlaufen.
- 20 10. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Leiter ein Streifenleiter (2, 7, 9, 17, 19, 25) ist.
- 25 11. Einrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Streifenleiter (2, 7, 9, 17, 19, 25) einstückig ist.
- 30 12. Einrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abschirmeinrichtung (23) für das oder die Sensorelemente (26) vorgesehen ist.

14.10.98

15

13. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmeinrichtung (23) die Spule(n) zumindest im Bereich des oder der Sensorelemente (26) umgibt.

5

14. Einrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß die Abschirmeinrichtung (23) eine vorzugsweise lediglich an einer Seite offene Aufnahme (24) aus weichmagnetischem Material ist.

10

15. Einrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Spule(n) derart ausgebildet und gegebenenfalls bezüglich einander angeordnet und/oder die Stromzuführleitungen derart angeordnet und geführt sind, daß die Spule(n) derart tief in der Abschirmleinrichtung aufgenommen ist oder sind, daß der Abstand des oder der im Inneren der Abschirmleinrichtung aufgenommenen Sensorelemente zur Öffnung der Abschirmleinrichtung größer als der Abstand der Stromzuführleitungen in der Öffnung der Abschirmleinrichtung ist.

20

16. Streifenleiter für eine Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß er einen länglichen, im wesentlichen geradlinigen Spulenabschnitt (7, 10) zur Bildung einer Spule aufweist, an dessen einem Ende einstückig und in einem Winkel zur Längsachse des Spulenabschnitts ein Abschnitt (8, 11) zur Bildung eines Stromzuführleiters vorgesehen ist.

30

17. Streifenleiter nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß am anderen Ende des Spulenabschnitts (10) einstückig und in einem Winkel zu dessen Längsachse ein weiterer Abschnitt (11) zur Bildung eines zweiten Stromzuführleiters vorgesehen ist.

35

14.10.98

16

18. Streifenleiter für eine Einrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, gekennzeichnet durch mindestens zwei längliche und im wesentlichen geradlinige Spulenabschnitte (18) zur Bildung mindestens zweier nebeneinanderliegender oder übereinanderliegende Spulen, wobei die Spulenabschnitte (18, 26) im wesentlichen parallel zueinander verlaufen und mittels eines zwei Spulenabschnitte verbindenden Verbindungsabschnitts (14) an einem ihrer Enden miteinander einstückig verbunden sind.

10

19. Streifenleiter nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß am Ende mindestens eines Spulenabschnitts (18) einstückig und in einem Winkel zur Längsachse des Spulenabschnitts (18) ein Abschnitt (22) zur Bildung eines Stromzuführleiters vorgesehen ist.

20. Streifenleiter nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, daß er in einem Stanzverfahren hergestellt ist.

50 G 0000

14.10.96

1/4

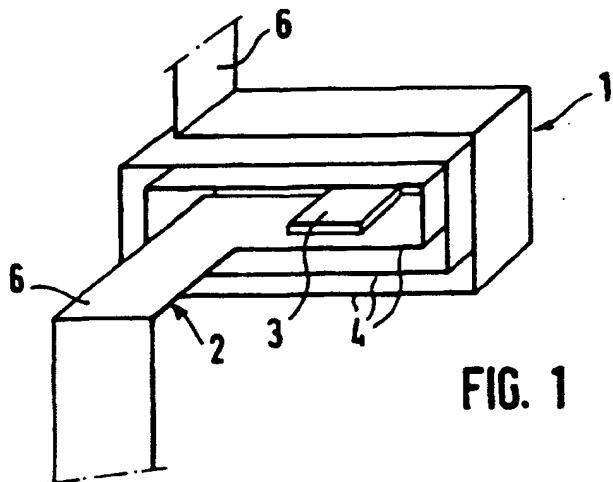


FIG. 1

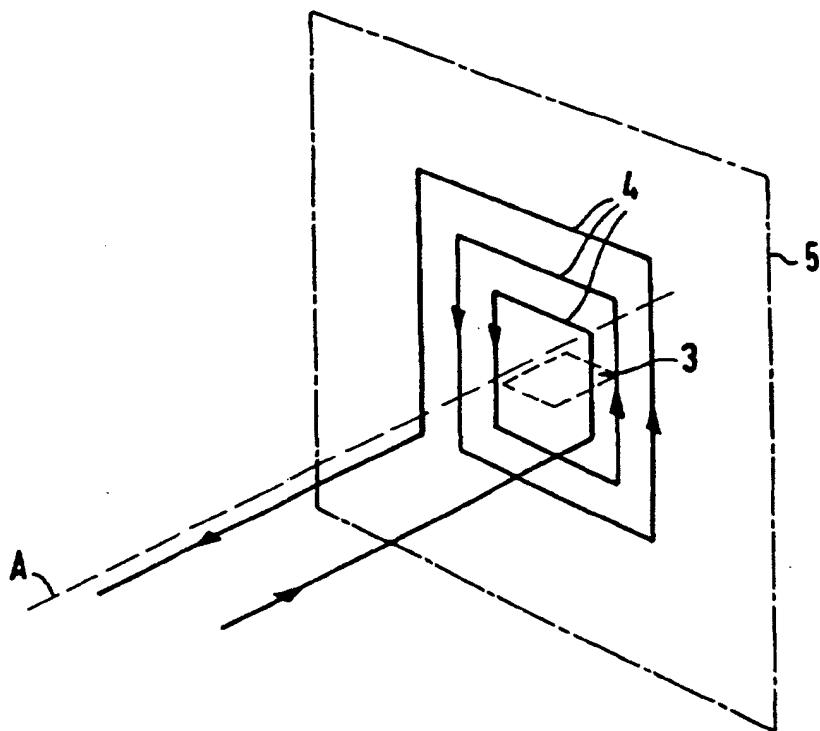


FIG. 2

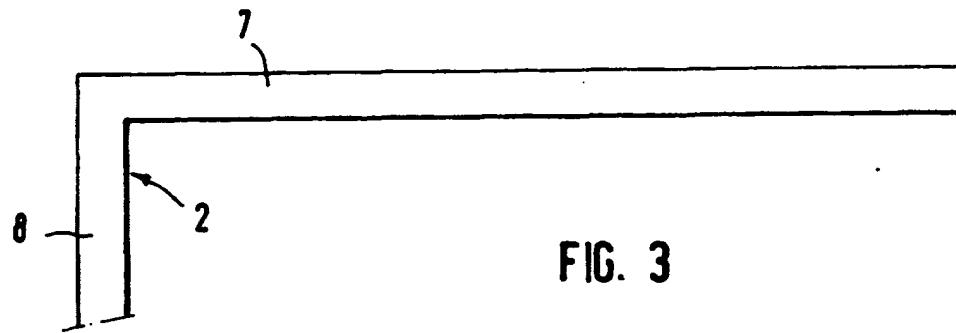
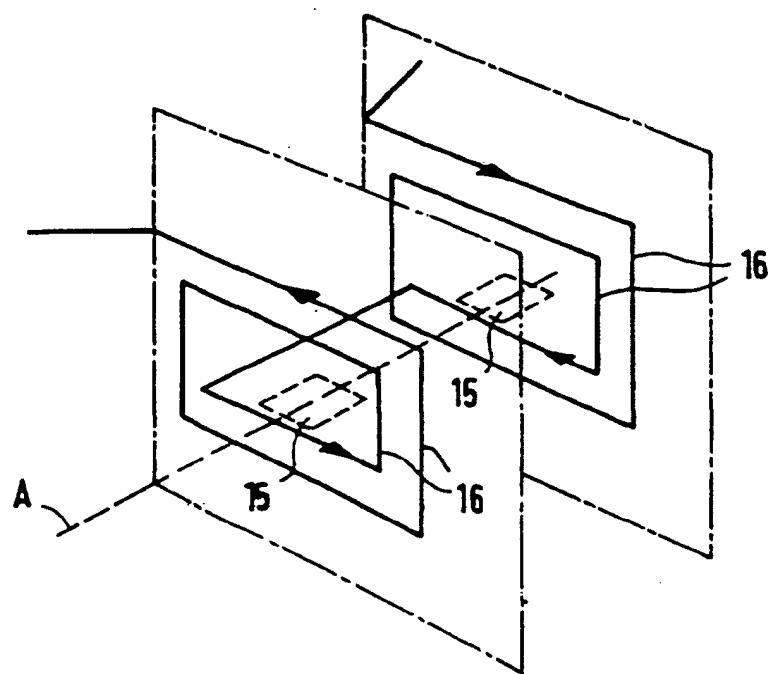
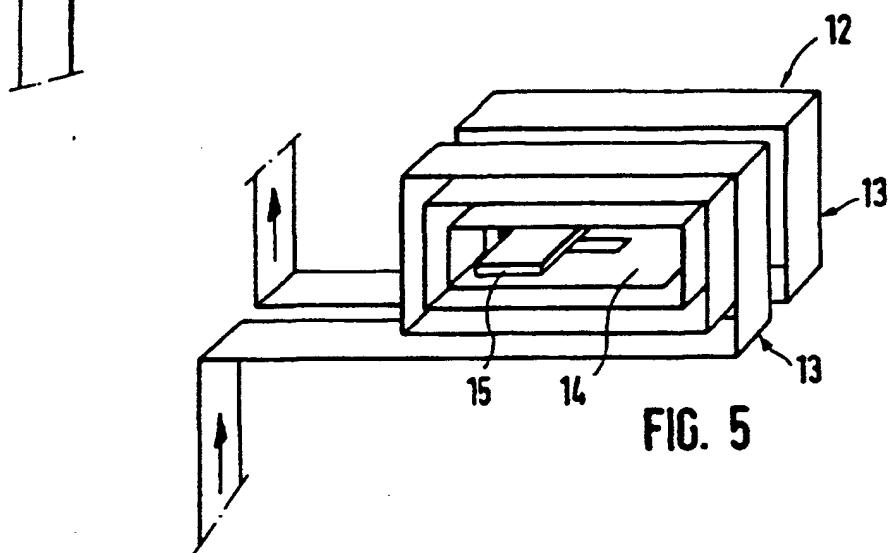
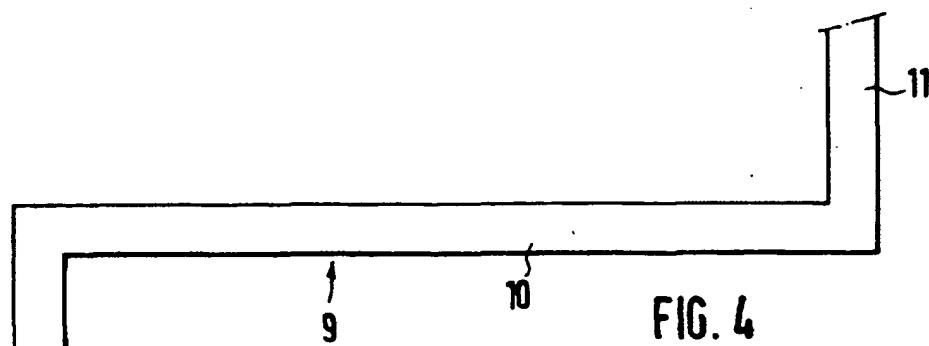


FIG. 3

50 5 5000

14.10.96

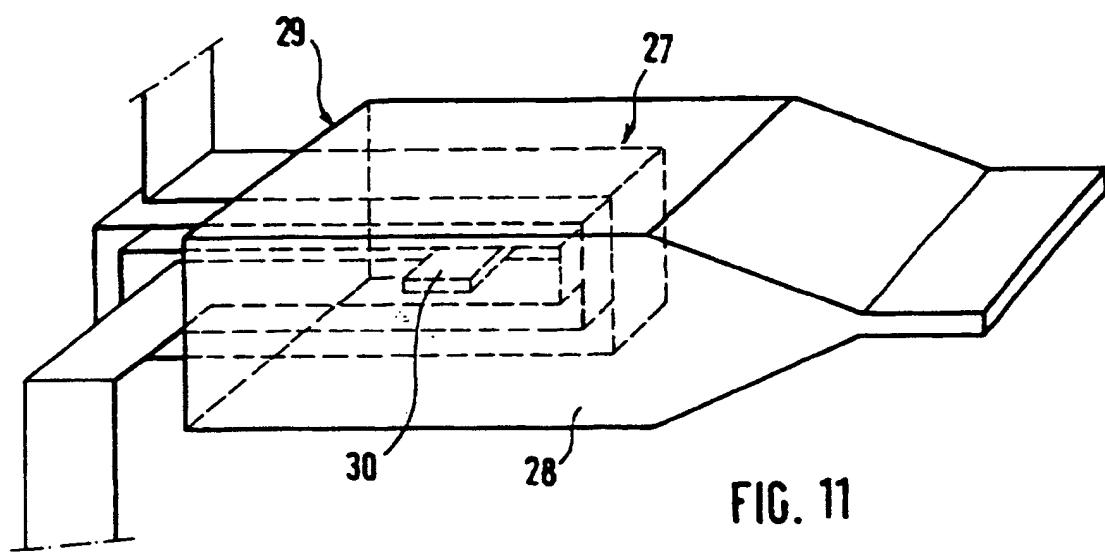
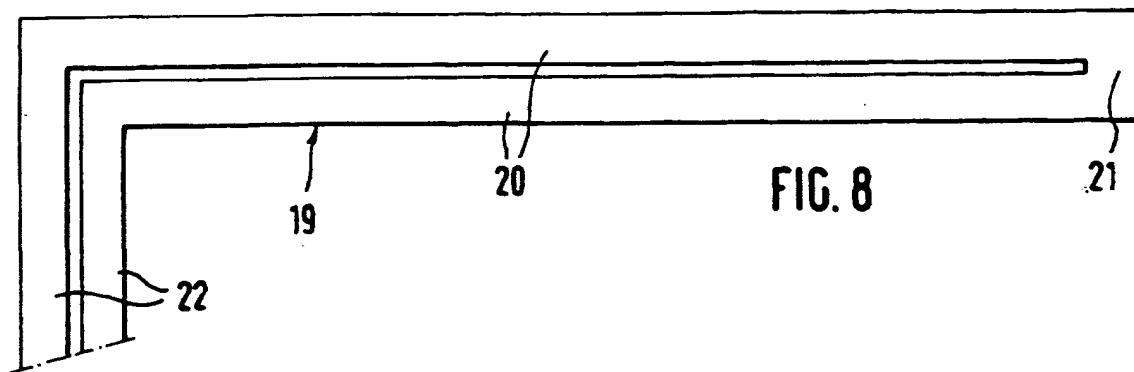
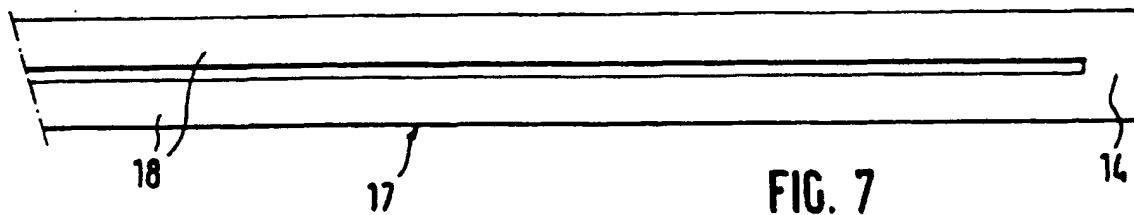
2/4



50 5 0000

14.10.98

3/4



98 G 3000b

14.10.98

4/4

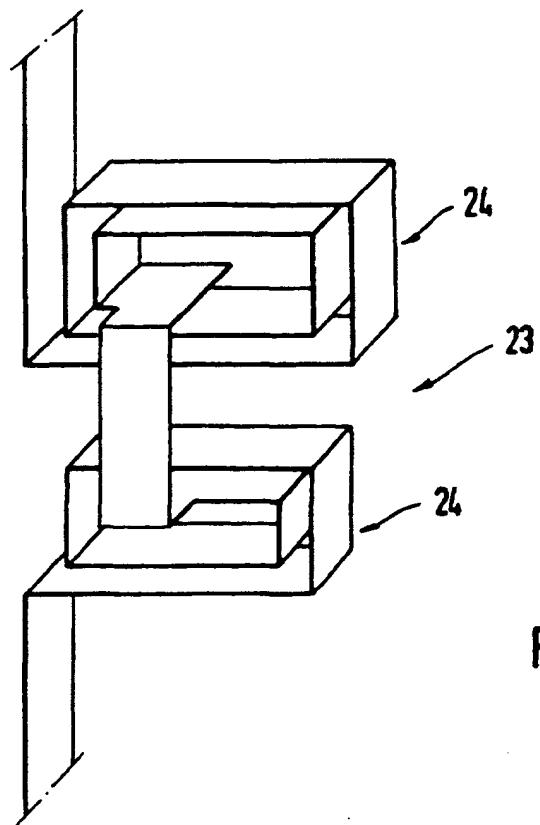


FIG. 9

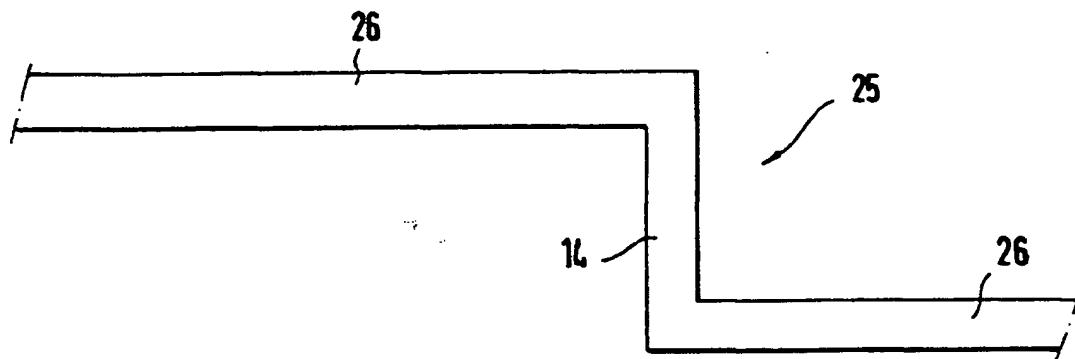


FIG. 10